

# مقایسه اثر سمیت سرب در آب و غذا بر تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

محمد محیسنی

گروه محیط زیست و شیلات، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

\*نویسنده مسئول mohiseni.m@lu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۷

## چکیده

فلزات سنگین از طریق آب و غذا وارد بدن آبزیان شده و اثرات منفی خود را برجای می‌گذارند. این مطالعه با هدف مقایسه میزان سمیت فلز سنگین سرب در حالت‌های محلول در آب و از طریق غذا در ماهی کپور معمولی انجام شد. بدین منظور تعداد ۱۳۵ قطعه کپور معمولی (با وزن متوسط  $50 \pm 10$  گرم) به سه گروه (با سه تکرار) شاهد، سرب در آب (۱ میلی‌گرم در لیتر) و سرب در غذا (۱ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا) تقسیم‌بندی شده و به مدت ۲۱ روز تحت تیمار قرار گرفتند. نمونه‌برداری از ماهی‌ها در روزهای ۷، ۱۴ و ۲۱ انجام شده و فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما، پروتئین کل پلاسما، آلبومین، گلوبولین، کراتینین، گلوکز، کلسترول، آلکالین فسفاتاز (ALP)، آسپارات آمینوترانسفراز (AST) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که سرب در هر دو گروه آزمایشی تاثیر منفی بر پارامترهای بیوشیمیایی خون داشته، اما در خصوص سطح گلوکز پلاسما و آنزیم‌های LDH و ALP، در انتهای آزمایش (روز ۲۱)، اختلاف معنی‌داری بین دو گروه سرب در آب و سرب در غذا دیده شد. به‌طور کلی بر اساس نتایج به نظر می‌رسد که اثرات منفی سرب در غذا بیشتر از آب بوده و از این رو از سمیت بیشتر برای ماهی کپور معمولی برخوردار بوده است.

واژگان کلیدی: فلز سنگین، ماهی، سمیت، بیوشیمی خون.

## مقدمه

به‌دنبال پیشرفت صنایع بشری، استفاده از فلزات سنگین به طور قابل توجهی مورد توجه قرار گرفت و همین مسئله آن‌ها را به یک معضل زیست‌محیطی جدی تبدیل نمود. فلزات سنگین قادرند اثرات منفی جبران‌ناپذیری در سطح فیزیولوژی موجودات زنده تا سطوح اکولوژیکی بر جای بگذارند (Mohiseni et al., 2017). یکی از مهمترین اعضای فلزات سنگین، سرب می‌باشد که به راحتی در بافت‌های مختلف بدن از قبیل استخوان‌ها، آبشش‌ها، کبد، کلیه و حتی فلس‌ها قابلیت تجمع دارد (Łuszczek-Trojnar et al., 2013).

شواهد بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهند مسمومیت سرب موجب آثار منفی ناخواسته در بدن موجودات زنده از قبیل آسیب‌های سیستم عصبی، رفتاری، ایمنی، کلیوی و کبدی، به‌ویژه اختلال در فاکتورهای خون‌شناسی و بیوشیمی خون می‌گردد

(Sharma et al., 2010). تغییر در فاکتورهای

بیوشیمیایی خون در نتیجه آسیب به بافت‌های حیاتی نظیر کبد و کلیه‌ها اتفاق می‌افتد (Mohiseni et al., 2016). بنابراین از آنجایی که در مسمومیت با سرب اندام‌های حیاتی ماهی‌ها در معرض آسیب قرار می‌گیرد، بررسی بیوشیمی خون می‌تواند آسیب وارده به این اندام‌ها را نشان دهد (Kim and Kang, 2015).

سرب قادر است در فاز محلول از طریق آبشش‌ها، پوست و از طریق غذا در دستگاه گوارش جذب بدن آبزیان شود. از آنجا که این فلز سنگین دارای وزن مخصوص بسیار بالایی است، در بدنه آبی کمتر دیده شده و بیشتر تمایل به رسوب روی بستر دارد. بنابراین با توجه به تجمع زیاد این فلز در رسوبات، یکی از مهمترین منابع دریافت آن توسط آبزیان غذا می‌باشد (Mohiseni et al., 2016). به‌طور کلی در محیط‌های آبی یکی از مهمترین منابع دریافت و تجمع فلزات

تجاری رشد (FFC) ماهی کپور (بهرپور) غذادهی شده و تعویض آب روزانه به اندازه ۳۰ درصد حجم آکواریوم ها صورت پذیرفت. آنالیز تقریب جیره غذایی مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. گروه‌های آزمایشی شامل، گروه اول به عنوان گروه شاهد، گروه دوم در مواجهه با آب حاوی ۱ میلی‌گرم در لیتر فلز سرب و گروه سوم تغذیه شده با غذای حاوی ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره (Mohiseni et al., 2016; Zhang et al., 2021). جهت تهیه غلظت آزمایشی سرب از نیترات سرب (مرک، آلمان) استوک تهیه شده و محاسبات بر اساس میزان فلز آزاد در ترکیب صورت پذیرفت. جهت افزودن دوز مورد نظر از فلز سنگین، ابتدا خوراک تجاری پودر شده و پس از افزودن سرب، مجدداً تبدیل به پلت شده و خشک گردیدند. جهت یکسان‌سازی شرایط مشابه همین کار در خصوص جیره غذایی گروه فلز در آب (البته بدون هرگونه افزودنی) انجام شد. گروه‌های یاد شده به مدت ۲۱ روز تحت شرایط آزمایشی نگهداری شده و طی این مدت غذادهی همانند دوره عادت‌پذیری انجام شد با این تفاوت که برای تغذیه گروه‌های شاهد و گروه قرار گرفته در مواجهه با آب حاوی سرب از خوراک استاندارد تجاری کپور استفاده شد ولی در مورد گروه سوم تغذیه به وسیله غذای آلوده شده با غلظت آزمایشی فلز سرب انجام شد.

طی دوره آزمایشی در سه نوبت و در روزهای ۷، ۱۴ و ۲۱ خون‌گیری از ماهی‌ها انجام شد. خون‌گیری با استفاده از سرنگ هپارینه انجام شده و پلاسما نمونه‌های گرفته شده پس از سانتریفیوژ در ۳۰۰۰ دور در دقیقه جداسازی شده و تا زمان انجام آزمایشات بیوشیمیایی در فریزر با دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. طی دوره آزمایشی هیچ گونه مرگ و میری در گروه‌های مورد بررسی مشاهده نشد. پارامترهای بیوشیمیایی خون مورد سنجش عبارتند از: پروتئین کل پلاسما، آلبومین، گلوبولین، کراتینین، گلوکز، کلسترول، آلکالین فسفاتاز (ALP)، اسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) و لاکتات دهیدروژناز (LDH).

سنگین در پیکره آبزیان، دریافت آن‌ها از طریق زنجیره غذایی می‌باشد (Kim and Kang, 2015). با توجه به امکان مسمومیت با سرب در آبزیان از دو طریق آب و غذا، مطالعات متعددی صورت پذیرفته است. از جمله این مطالعات بر اثر سرب محلول در آب بر آبزیان به عنوان نمونه می‌توان به اختلال در تنظیم یونی و اسمزی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Rogers et al., 2003) (*Oncorhynchus mykiss*)، آسیب کلیوی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Patel et al., 2006)، و تغییرات بافت آبشش ماهی تیلاپیا (*Oreochromis sp.*) (Aldoghachi et al., 2016) اشاره کرد. در خصوص آسیب‌های فیزیولوژیکی ناشی از مسمومیت با سرب از طریق غذا نیز می‌توان به اثرات منفی غلظت‌های مزمن این فلز سنگین بر بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Alves and Wood, 2006)، اثر منفی بر تجمع زیستی و آسیب‌های خون شناسی صخره ماهی (*Sebastes schlegelii*) (Kim and Kang, 2015) و پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی کپور معمولی (Mohiseni et al., 2016) اشاره نمود. با توجه به موارد یاد شده این مطالعه با هدف مقایسه میزان سمیت سرب محلول در آب و موجود در غذا بر اساس تغییر شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی کپور معمولی به اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۷ در کارگاه پرورش ماهی دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان صورت پذیرفت. تعداد ۱۳۵ قطعه کپور معمولی (با وزن متوسط  $10 \pm 50$  گرم) به مخازن ۳۰۰ لیتری انتقال داده شده و در شرایط استاندارد نگهداری شدند (اکسیژن در حد اشباع، دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد و اسیدیته  $7/3$ ). دو هفته پیش از شروع آزمایش بچه ماهی‌ها به سه گروه (با سه تکرار) تقسیم‌بندی شده و به ۹ آکواریوم (تعداد ۱۵ قطعه ماهی در هر آکواریوم) ۲۰۰ لیتری انتقال یافتند. طی دوره عادت‌پذیری، ماهی‌ها به میزان روزانه ۳ درصد وزن بدن و در سه نوبت با خوراک

جدول ۱- آنالیز تقریبی جیره غذایی تجاری FFC ماهی کپور معمولی (کارخانه بهپرور).

ماده مغذی	میزان (درصد)
پروتئین خام (حداقل)	۳۳
چربی خام (حداقل)	۵
کربوهیدرات	۴۵-۴۰
فیبر (حداکثر)	۳
خاکستر (حداکثر)	۸
فسفر قابل جذب (حداقل)	۰/۸
رطوبت (حداکثر)	۱۰

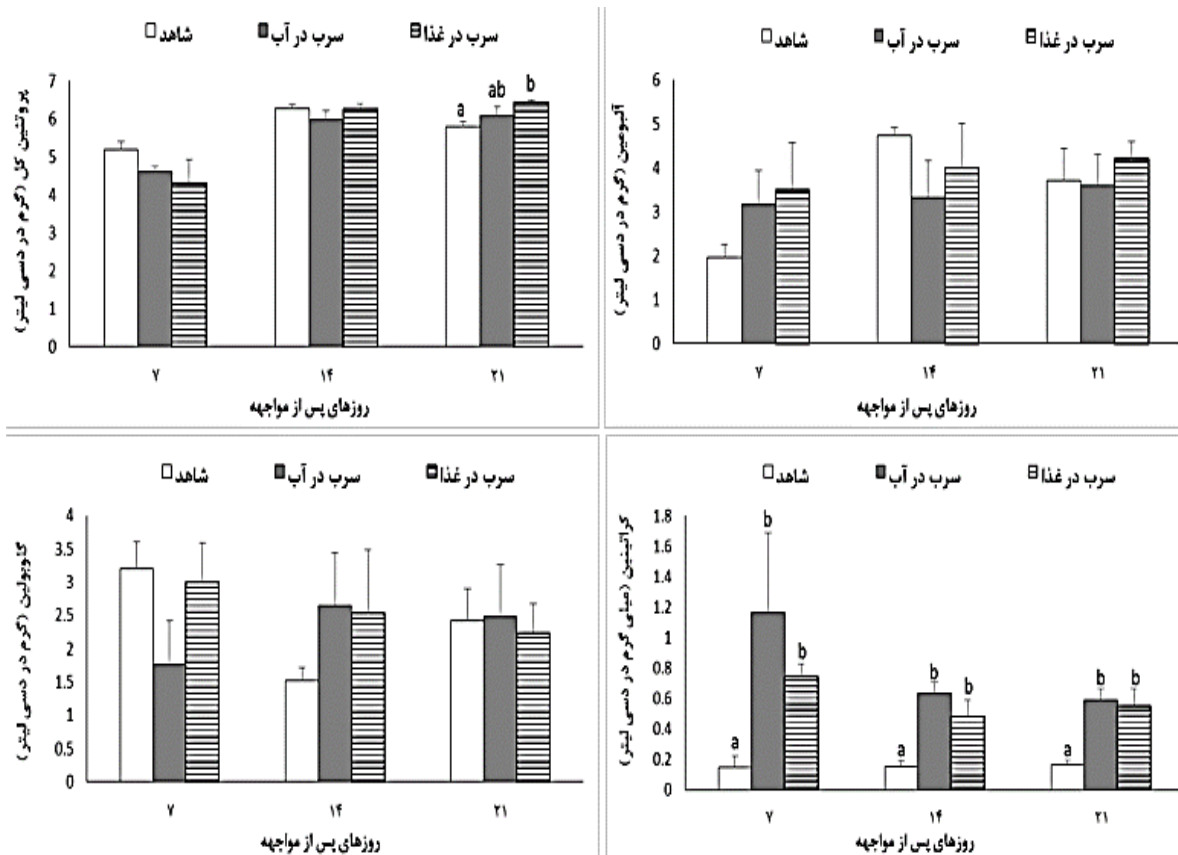
تاثیر گروه‌های آزمایشی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، میزان پروتئین کل پلاسما در گروه سرب در غذا در روز ۲۱ نسبت به گروه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش یافت. در خصوص آلومین و گلوبولین بین گروه‌های آزمایشی طی دوره آزمایش، تفاوتی دیده نشد ( $P > 0.05$ ). تغییرات میزان کراتینین پلاسما نشان داد که تحت تاثیر سرب سطح کراتینین در هر دو گروه آزمایشی در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد، اما بین دو گروه آزمایشی اختلافی دیده نشد (شکل ۱).

در مورد گلوکز پلاسما در روز هفتم تنها در گروه سرب در غذا و در روزهای ۱۴ و ۲۱ هر دو گروه دریافت کننده سرب افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان دادند. در روز ۲۱ میزان گلوکز پلاسما در گروه سرب در غذا نسبت به سرب در آب نیز افزایش معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۲). به غیر از روز چهاردهم، در سایر روزهای مورد بررسی میزان کلسترول پلاسما به شکل معنی‌داری در هر دو گروه آزمایشی نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (شکل ۲). در روز چهاردهم افزایش سطح کلسترول پلاسما تنها در گروه سرب در غذا نسبت به گروه افزایش نشان داد ( $P < 0.05$ ). میزان کلسترول در روز هفتم در گروه سرب در آب بیشتر از گروه سرب در غذا بوده اما در انتهای آزمایش (روز ۲۱) از این نظر اختلافی بین دو گروه دیده نشد. شکل ۳ میزان تغییرات آنزیم‌های پلاسمای خون ماهی کپور معمولی را تحت تاثیر شکل‌های مختلف مواجهه با فلز سنگین سرب نشان می‌دهد. مطابق با نتایج به‌دست آمده، سطح آنزیم‌های

جهت سنجش کلیه پارامترهای مورد بررسی از کیت‌های تشخیصی شرکت پارس آزمون (ایران) و مطابق با دستورالعمل مندرج در کیت انجام شد. سطح پروتئین کل پلاسما بر اساس واکنش بایوره و در طول موج ۵۴۰ و اندازه‌گیری آلومین پلاسما بر اساس واکنش برموکروزول‌گرین و در طول موج ۶۳۰ نانومتر صورت پذیرفت (Wotton and Freeman, 1974). میزان گلوبولین از تفاضل پروتئین کل از آلومین به دست آمد. سنجش کراتینین بر اساس روش JAFFE و گلوکز پلاسما بر اساس روش آنزیمی گلوکزاکسیداز اندازه‌گیری شد (Moss and Henderson, 1999). آنزیم‌های AST و LDH مطابق با روش تشخیص در طول موج فرابنفش (Bergmeyer, 1980) و آنزیم ALP مطابق با روش رنگ‌سنجی و در طول موج مرئی صورت پذیرفت (Moss and Henderson, 1999). آزمایش بر اساس یک طرح کاملاً تصادفی ساده انجام شده و جهت آنالیز داده‌ها از آنالیز یک‌طرفه واریانس (One-way ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها مطابق با آزمون توکی (Tukey) انجام شد. بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) انجام شد. تجزیه داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد و بر اساس میانگین  $\pm$  خطای استاندارد (SE) گزارش شدند. کلیه موارد فوق توسط نرم افزار SPSS (نسخه ۱۸) صورت پذیرفت.

## نتایج

شکل ۱ تغییرات پروتئین و کراتینین خون را تحت



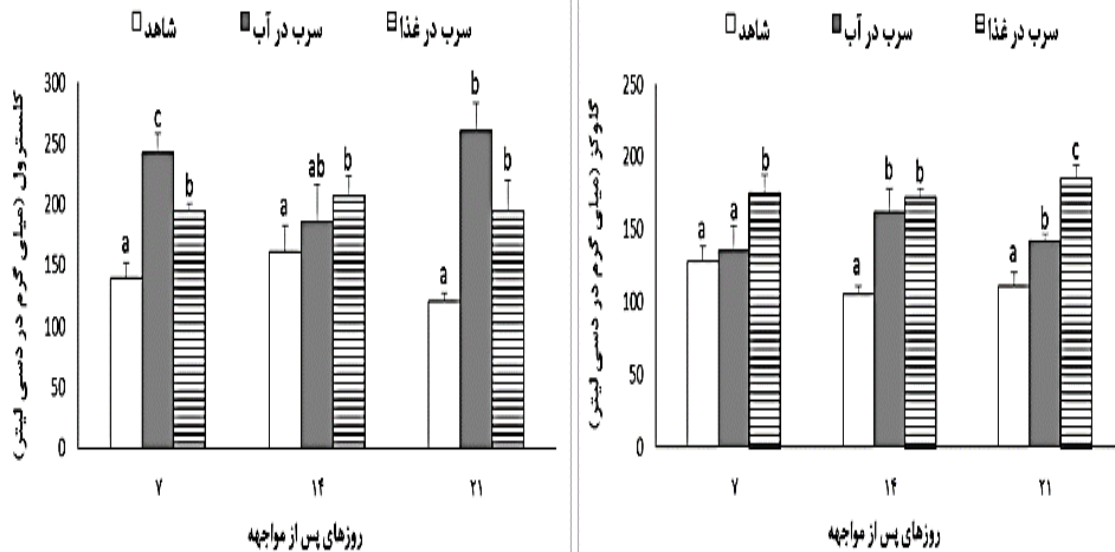
شکل ۱- مقایسه اثر سرب در غذا و آب بر اجزای پروتئین و کراتینین خون در ماهی کپور معمولی. حروف متفاوت در هر روز نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان گروه‌هاست ( $P < 0.05$ ).

به سرعت از بدن دفع می‌شوند (محیسنی و همکاران، ۱۳۹۷). در صورت کاهش سطح اسیدهای آمینه پلاسما از مقدار طبیعی، اسیدهای آمینه از سلول‌ها به خون انتقال داده می‌شوند، تا غلظت اسیدهای آمینه پلاسما را به حد طبیعی بازگردانند و در صورتی که بافت‌ها از پروتئین تهی شوند، پروتئین‌های پلاسما می‌توانند به‌عنوان منبعی برای جایگزینی سریع پروتئین‌های بافتی از اهمیت به‌سزایی برخوردار باشند (Rabitto *et al.*, 2005). همچنین پروتئین مهم‌ترین ماده آلی مورد نیاز جهت ساخت و نوسازی بافت‌ها است و نقش مهمی در تامین انرژی برای ماهیان ایفا می‌کند (Binukumari *et al.*, 2016). در این مطالعه سطح پروتئین کل پلاسما در انتهای آزمایش (روز ۲۱) تنها در گروه سرب در غذا نسبت به گروه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش یافت. سایر اجزای پروتئینی خون در تمام دوره آزمایش تغییر معنی‌داری از خود نشان ندادند. در بررسی‌های علمی موجود، افزایش سطح

خونی در اغلب روزهای نمونه‌برداری به شکل معنی‌داری افزایش یافت. در مورد آنزیم AST، در روز هفتم تنها در گروه سرب در غذا و در روز چهاردهم فقط گروه سرب در آب و در روز ۲۱ هر دو گروه افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان دادند. در خصوص ALP در روزهای ۱۴ و ۲۱ هر دو گروه نسبت به گروه شاهد افزایش نشان دادند و در روز ۲۱ میزان افزایش سطح آنزیم در گروه سرب در غذا بیشتر از گروه سرب در آب بود ( $P < 0.05$ ). در ارتباط با آنزیم LDH سطح آنزیم یاد شده در گروه سرب در غذا نسبت به گروه سرب در آب در انتهای آزمایش به شکل معنی‌داری بیشتر بود.

## بحث

سنتز پروتئین‌های پلاسما توسط کبد انجام شده و شواهد نشان می‌دهند که در بسیاری از بیماری‌ها و اختلالات فیزیولوژیکی بخشی از پروتئین‌های پلاسما



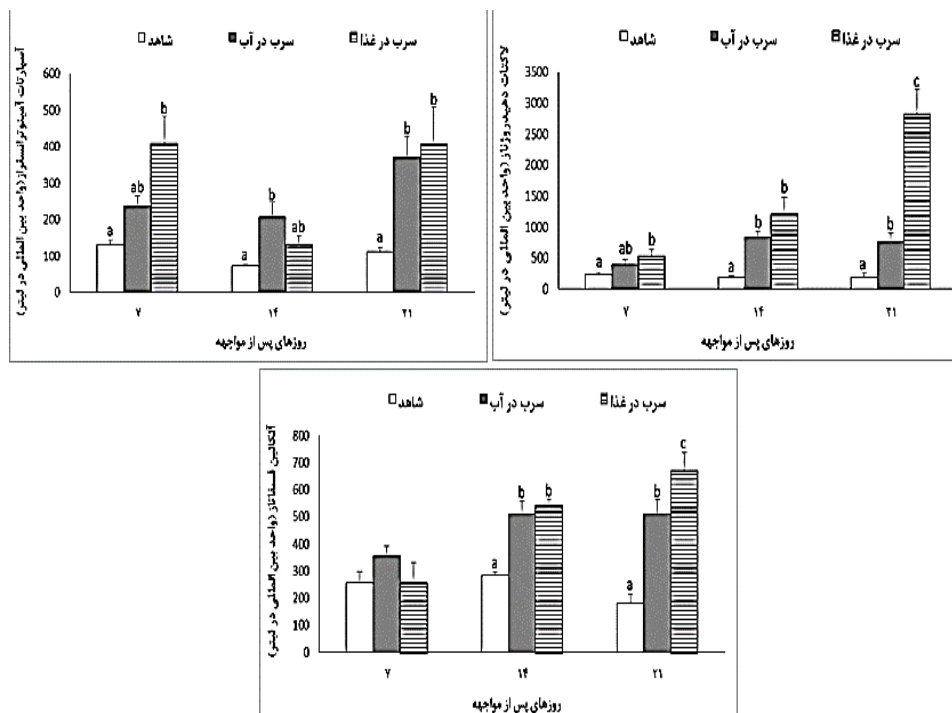
شکل ۲- مقایسه اثر سرب در غذا و آب بر متابولیت‌های خون ماهی کپور معمولی. حروف متفاوت در هر روز نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان گروه‌هاست ( $P < 0.05$ ).

مشاهده شد. افزایش در سطح کراتینین ممکن است به علت کاهش تصفیه گلوامرولی و اختلال در عملکرد کلیه‌ها به دلیل نقش آن در دفع ترکیبات زاید باشد (Mohiseni et al., 2017). همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود، روند تغییرات کراتینین در زمان‌های مختلف، به‌ویژه در گروه سرب در آب روند کاهشی نشان می‌دهد. در مورد گروه سرب در غذا نیز بیشترین سطح کراتینین در روز هفتم دیده شده و در روزهای ۱۴ و ۲۱ مقدار تقریباً ثابتی را نشان داد. کاهش در میزان کراتینین می‌تواند به دلیل تطبیق پذیری ماهی با شرایط استرس و فرآیندهای ترمیمی در ماهی ارتباط داشته باشد. از سوی دیگر Patel و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که در شرایط مواجهه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با سرب محلول در آب، در زمان‌های آغازین مواجهه، میزان جذب و تجمع سرب در کلیه‌ها زیاد بوده اما به تدریج و با گذشت زمان به دلیل افزایش میزان ترشح و دفع فلز از طریق ادرار میزان جذب آن توسط کلیه‌ها کاسته شد.

منبع ذخیره ای گلوکز در کبد و عضلات به صورت گلیکوژن می‌باشد. غلظت گلوکز در پلاسما به وسیله مکانیسم‌های پیچیده هورمون‌هایی نظیر گلوکاگون،

پروتئین کل پلاسما تحت تاثیر فلزات سنگین گزارش شده است. به‌عنوان نمونه، افزایش معنی‌دار پروتئین پلاسما خون در ماهیانی که در معرض کادمیوم و مس قرار گرفته‌اند (سلطانی و خوشباور رستمی، ۱۳۸۱) و همچنین افزایش سطح پروتئین‌های پلاسما در موش‌های مواجهه شده با سرب در مطالعه‌ی Dalia و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است.

کراتینین یک متابولیت حاصل از کاتابولیک کراتین فسفات عضلانی است که در انقباض عضلات اسکلتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کراتینین عمدتاً در ماهیچه‌ها و به مقدار بسیار کم‌تر در کبد، کلیه‌ها و پانکراس در نتیجه دهیدراسیون غیرآنزیمی و غیر قابل برگشت و همچنین در پی حذف فسفات از کراتین فسفات تولید می‌شود و پس از آزاد شدن به داخل مایع خارج سلولی از طریق کلیه‌ها دفع می‌گردد (سبحانیان و ملک‌نیا، ۱۳۸۷). در این پژوهش سطح کراتینین در هر دو گروه آزمایشی و در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد. همسو با نتایج این تحقیق، افزایش سطح کراتینین در ماهی کپور معمولی تحت تاثیر سرب و کادمیوم در مطالعه Mohiseni و همکاران (۲۰۱۶)



شکل ۳- مقایسه اثر سرب در غذا و آب بر آنزیم‌های خون ماهی کپور معمولی. حروف متفاوت در هر روز نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان گروه‌هاست ( $P < 0.05$ ).

گزارش‌های علمی موجود، افزایش سطح کلسترول پلاسما یکی دیگر از نشانگرهای زیستی آسیب کبدی و کلیوی به حساب می‌آید (Sharifinasab *et al.*, 2016). کلسترول یک ماده اولیه مهم در سنتز هورمون‌های استروئیدی محسوب شده و در حفظ شرایط نرمال غشاهای سلولی نیز نقش بسزایی دارد (Mohiseni *et al.*, 2017). آسیب وارد شده به سلول‌های کبدی، موجب نشت و آزادسازی کلسترول به خون شده و سطح آن را می‌افزایند. در همین راستا مطالعات مختلفی بر افزایش سطح کلسترول پلاسما در مواجهه با آلاینده‌های محیطی تاکید کرده‌اند (Luskova *et al.*, 2002; Rabitto *et al.*, 2005; Metwally, 2009). عوامل استرس‌زای محیطی از جمله فلزات سنگین باعث تغییر سطح پارامترهای بیوشیمیایی از جمله آنزیم‌ها در بدن جانوران می‌شوند. شواهد زیادی حاکی از تغییر پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهیان مختلف تحت تأثیر فلزات سنگین می‌باشد (Baghshani and Shahsavani, 2013). آنزیم‌های AST، ALT و ALP به طور متداول جهت تشخیص آسیب بافت‌های ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

انسولین، کورتیکواستروئیدها، اپی نفرین و تیروکسین تنظیم می‌شود. لذا هر گونه استرس محیطی، اختلالات کبدی و آسیب کلیوی می‌تواند سبب افزایش گلوکز پلاسما گردد (Agrahari *et al.*, 2007; John, 2007). در مطالعه حاضر، مسمومیت با سرب در هر دو حالت موجب افزایش سطح گلوکز پلاسما در ماهی کپور معمولی گردید. گزارشات علمی موجود حاکی از رابطه مثبت بین افزایش غلظت فلزات سنگین افزایش و میزان گلوکز خون ماهی هستند (Cicik and Engin, 2005). افزایش گلوکز پلاسما ماهی در معرض سرب ممکن است پاسخی به افزایش نیاز به انرژی برای مقابله با اثرات استرس ناشی از فلز سنگین باشد. از طرفی افزایش سطح قند خون یا گلوکز خون تحت تاثیر آلاینده‌های محیطی نشان می‌دهد که متابولیسم گلوکز و چربی و نرخ تجزیه گلیکوژن در کبد دچار اختلال شده است (Acker and Nogueira, 2012).

در پژوهش حاضر میزان کلسترول پلاسما بر اثر مواجهه با سرب در هر دو گروه آزمایشی افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد. بر مبنای

شده بیشتر می‌باشد. در همین راستا سمیت بیشتر سرب نسبت به کادمیم در غذای ماهی کپور معمولی گزارش شده است (Mohiseni et al., 2016). در خصوص مقایسه میان وجود فلز سنگین در آب و غذا گزارش‌های موجود نشان می‌دهند که در اغلب موارد وجود فلز در غذا در مواردی همچون مس و آرسنیک سمیت بیشتری را در ماهی‌ها و آبزیان به دنبال داشته است (Erickson et al., 2011; Yu et al., 2012). البته در برخی از مطالعات در این زمینه بر اختلافات گونه‌ای نیز تاکید شده است. به‌عنوان نمونه نتایج یک بررسی نشان داد که ماهی کاتلا به وجود کادمیم در غذا حساستر است در حالی که در ماهی مریگال هر دو حالت وجود فلز در آب و غذا به یک اندازه می‌تواند تاثیرگذار باشد (Yaqub and Javed, 2012).

به‌طور کلی نتایج این بررسی نشان داد که سرب در هر دو گروه آزمایشی تاثیر منفی بر پارامترهای بیوشیمیایی خون داشته، اما در مورد شاخص‌هایی نظیر پروتئین کل، سطح گلوکز پلاسما و آنزیم‌های LDH و ALP، اثرات منفی فلز سنگین در غذا بیشتر بود، از این رو به نظر می‌رسد وجود سرب در جیره غذایی در این زمینه سمیت بیشتری را به همراه داشته است.

### منابع

آقابابایی امیر ز، محیسنی م، بنایی م، نعمت دوست حقی ب، شوکت پ. ۱۳۹۳. ارزیابی تاثیر عصاره گیاه ختمی (*Althaea officinalis*) بر توان فیزیولوژیکی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* L.) در مواجهه با فلزات سنگین. مجله بهره برداری و پرورش آبزیان. ۳(۳): ۵۳-۶۶.

سبحانیان خ، ملک‌نیا ن. ۱۳۸۷. ترجمه ویرایش ۲۷ بیوشیمی مصور هارپر (موری، ر.ک، گرانت، د.ک، رادول، و.)، چاپ سوم، انتشارات ارجمند. ۷۹۲ ص.

محیسنی م، امینی م، کریمی م، باقری د. ۱۳۹۷. مطالعه اثر پکتین به عنوان افزودنی غذایی در مقابله با

همچنین این آنزیم‌ها می‌توانند با حساسیت بالایی میزان آلودگی محیط و سمیت ناشی از فلزات سنگین را قبل از بروز اثرات خطرناک نشان دهند (Öner et al., 2009). مطابق با نتایج این مطالعه، مواجهه ماهی با فلز سنگین سرب در هر دو شکل محلول در آب و افزودنی به غذا موجب افزایش معنی‌دار سطح آنزیم‌های خونی گردید. افزایش سطح فعالیت AST در پلاسما ماهیان می‌تواند مکانیسمی برای تأمین انرژی سلول‌ها برای مقابله با سمیت ایجاد شده در اثر تماس با فلز سنگین و همچنین آسیب سلول‌های کبدی باشد (محیسنی و همکاران، ۱۳۹۷). کبد یکی از مهمترین بافت‌های بدن آبی است که با قرار گرفتن ماهی در معرض آلاینده‌ها دچار آسیب شده و اختلال در عملکرد آنزیم‌های آن در چنین شرایطی امری بدیهی است. بنابراین به نظر می‌رسد افزایش آنزیم‌های LDH، ALP و AST احتمالاً به دلیل آسیب دیدگی بافت کبد و نقص در عملکرد بافتی باشد (آقابابایی و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که مواجهه با فلز سنگین به هر شکل (غذا یا آب) می‌تواند تاثیر منفی بر پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی کپور معمولی به همراه داشته باشد. در این میان در مورد برخی از پارامترهای مورد اندازه‌گیری به نظر می‌رسد که در گروه سرب در غذا میزان اثرگذاری بیشتر از گروه سرب در آب بوده است. پروتئین کل، سطح گلوکز پلاسما و آنزیم‌های LDH و ALP، از جمله پارامترهایی هستند که به نظر بر سمیت بیشتر سرب در غذا تاکید دارند. در انتهای آزمایش، سطح تمامی آنزیم‌های خونی در گروه سرب در غذا بیشتر از گروه سرب در آب بود و البته تنها در مورد آنزیم‌های ALP و LDH این افزایش به لحاظ آماری معنی‌دار بود. با توجه به اینکه سطح افزایش این آنزیم‌ها ارتباط مستقیمی با میزان آسیب کبد و کلیه در ماهی‌ها دارد، به نظر می‌رسد در گروه سرب در غذا میزان آسیب وارد

- vittatus* after chronic exposure to Metastox and Sevin. *Fish Physiology and Biochemistry* 33(1), 15-20.
- Kim J-H., Kang J.C. 2015. The lead accumulation and hematological findings in juvenile rock fish *Sebastes schlegelii* exposed to the dietary lead (II) concentrations. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 115, 33-39.
- Luskova V., Svoboda M., Kolářová J. 2002. Effect of diazinon on blood plasma biochemistry in carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Veterinaria Brno* 71(1), 117-123.
- Łuszczek-Trojnar E., Drąg-Kozak E., Popek W. 2013. Lead accumulation and elimination in tissues of Prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), after long-term dietary exposure, and depuration periods. *Environmental Science and Pollution Research* 20(5), 3122-3132.
- Metwally M. 2009. Effect of garlic (*Allium sativum*) on some heavy metal (copper and zinc) induced alteration in serum lipid profile of *Oreochromis niloticus*. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 1, 1-6.
- Mohiseni M., Asayesh S., Shafiee Bazarnoie S., Mohseni F., Moradi N., Matouri M., & Mirzaee N. 2016. Biochemical alteration induced by cadmium and lead in common carp via an experimental food chain. *Iranian Journal of Toxicology* 10(4), 25-32.
- Mohiseni M., Farhangi M., Agh N., Mirvaghefi A., Talebi K. 2017. Toxicity and Bioconcentration of Cadmium and Copper in *Artemia Urmiana* Nauplii. *Iranian Journal of Toxicology* 11(1), 33-41.
- Mohiseni M., Sepidnameh M., Bagheri D., Banaee M., Nematdust Haghi B. 2017. Comparative effects of Shirazi thyme and vitamin E on some growth and plasma biochemical changes in common carp (*Cyprinus carpio*) during cadmium exposure. *Aquaculture Research* 48(9), 4811-4821.
- Moss D, Henderson A. 1999. Clinical enzymology-in TITETZ textbook of clinical chemistry. In: Burits C, Ashwood E, eds. Textbook of Clinical Chemistry, pp. 671-673. Philadelphia: WB Saunders Company.
- Öner M., Atli G., Canli M. 2009. Effects of metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures on some enzymatic and non-enzymatic indicators in the liver of *Oreochromis niloticus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 82(3), 317.
- مسمومیت کادمیومی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. ۱۰(۱۴): ۳۱۶-۳۰۹.
- Acker C.I., Nogueira C.W. 2012. Chlorpyrifos acute exposure induces hyperglycemia and hyperlipidemia in rats. *Chemosphere* 89(5), 602-608.
- Agrahari S., Pandey K.C., Gopal K. 2007. Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 88(3), 268-272.
- Aldoghachi M.A., Azirun M.S., Yusoff I., Ashraf M.A. 2016. Ultrastructural effects on gill tissues induced in red tilapia *Oreochromis* sp. by a waterborne lead exposure. *Saudi Journal of Biological Sciences* 23(5), 634-641.
- Alves L.C., Wood C.M. 2006. The chronic effects of dietary lead in freshwater juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed elevated calcium diets. *Aquatic Toxicology* 78(3), 217-232.
- Baghshani H., Shahsavani D. 2013. Effects of lead acetate exposure on metabolic enzyme activities in selected tissues of common carp (*Cyprinus carpio*). *Comparative Clinical Pathology* 22(5), 903-907.
- Bergmeyer H. 1980. IFCC methods for the measurement of catalytic concentrations of enzymes: Part 3. IFCC method for alanine aminotransferase (L-alanine: 2-oxoglutarate aminotransferase, EC 2.6. 1.2). *Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry* 105(1), 147-154.
- Cicik B., Engin K. 2005. The effects of cadmium on levels of glucose in serum and glycogen reserves in the liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio* (L., 1758). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29(1), 113-117.
- Dalia M. 2010. Effect of using pectin on lead toxicity. *Journal of American Science* 6, 541-554.
- Erickson R.J., Mount D.R., Highland T.L., Hockett J.R., Jenson C.T. 2011. The relative importance of waterborne and dietborne arsenic exposure on survival and growth of juvenile rainbow trout. *Aquatic Toxicology* 104(1-2), 108-115.
- John P.J. 2007. Alteration of certain blood parameters of freshwater teleost *Mystus*



- Patel M., Rogers J.T., Pane E.F., Wood C.M. 2006. Renal responses to acute lead waterborne exposure in the freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology* 80(4), 362-371.
- Rabitto I.S., Costa J. A., De Assis H.S., Pelletier E., Akaishi F.M., Anjos A., Ribeiro C.O. 2005. Effects of dietary Pb (II) and tributyltin on neotropical fish, *Hoplias malabaricus*: histopathological and biochemical findings. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60(2), 147-156.
- Rogers J., Richards J., Wood C. 2003. Ionoregulatory disruption as the acute toxic mechanism for lead in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology* 64(2), 215-234.
- Sharifinasab Z., Banaee M., Mohiseni M., Noori A. 2016. Vitamin C and chitosan alleviate toxic effects of paraquat on some biochemical parameters in hepatocytes of common carp. *Iranian Journal of Toxicology* 10(1), 31-40.
- Sharma V., Sharma A., Kansal L. 2010. The effect of oral administration of *Allium sativum* extracts on lead nitrate induced toxicity in male mice. *Food and Chemical Toxicology* 48(3), 928-936.
- Wotton I., Freeman H. 1974. *Microanalysis in medicinal biochemical*, London: Churchill Livingstone.
- Yaqub S., Javed M. 2012. Acute toxicity of water-borne and dietary cadmium and cobalt for fish. *International Journal of Agriculture and Biology* 14(2).
- Yu Z-Y., Zhang J., Yin D-Q. 2012. Toxic and recovery effects of copper on *Caenorhabditis elegans* by various food-borne and water-borne pathways. *Chemosphere* 87(11), 1361-1367.
- Zhang Y., Zhang P., Shang X., Lu Y., Li Y. 2021. Exposure of lead on intestinal structural integrity and the diversity of gut microbiota of common carp. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 239, 108877.

---

## Comparative toxicological effects of diet and water borne lead on blood biochemical changes of common carp (*Cyprinus carpio*)

Mohammad Mohiseni

Department of Environmental Science and Fisheries, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

\*Corresponding author: mohiseni.m@lu.ac.ir

Received: 2021/11/28

Accepted: 2021/12/23

### Abstract

Heavy metals can enter to the aquatic animal's body through dietary or water sources and exert their harmful effects. This study was conducted to compare the toxicity of lead in common carp via diet and water borne conditions. Total number of 135 fish (average weight of  $50\pm 10$  g) was divided into three groups (each with triplicate) including control, water borne (1 mg/L) and diet borne (1 mg/kg dry diet) lead. Experiment was executed during 21 days and sampling was done at 7, 14 and 21 days after trial initiation. Blood biochemical factors including total protein, albumin, globulin, creatinine, glucose, cholesterol, alkaline phosphatase (ALP), aspartate aminotransferase (AST) and lactate dehydrogenase (LDH) were measured in mentioned sampling times. Results showed that lead exposure led to negative effects on blood biochemistry in both groups, but in the case of glucose, LDH and ALP, significant changes were observed between diet and waterborne lead. It may conclude that the diet borne had more toxic effects than waterborne lead and therefore, lead had more potential toxicity through diet in common carp.

**Keywords:** Heavy metal, Fish, Toxicity, Blood biochemistry.